

AUDYT ENERGETYCZNY BUDYNKU

dla przedsięwzięcia termomodernizacyjnego pt.
"Termomodernizacja budynku mieszkalnego wielorodzinnego
w Gliwicach przy ul. Wita Stwosza 22"

Adres budynku:	<i>ulica:</i> Wita Stwosza 22 <i>kod:</i> 44-100 <i>mięjscowość:</i> Gliwice <i>powiat:</i> gliwicki <i>województwo:</i> śląskie
Wykonawca audytu:	<i>imię i nazwisko :</i> Maciej Muzyczuk <i>tytuł zawodowy:</i> mgr inż., audytor energetyczny członek ZAE nr 1761 <i>nr opracowania</i> 14/05/2019

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor energetyczny
członek ZAE nr 1761
nr wpisu do rejestru 9901

1. Strona tytułowa audytu energetycznego budynku					
1.		Dane identyfikacyjne budynku			
		Budynek mieszkalny wielorodzinny przy ul. Wita Stwosza 22 w Gliwicach			
1.1	Rodzaj budynku	Budynek mieszkalny wielorodzinny	1.2.	Rok budowy	ok. 1930
1.3.	Inwestor:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35B 44-100 Gliwice	1.4. Adres budynku		
	Adres koresp.:	Zarząd Budynków Miejskich II Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o. w Gliwicach ul. Warszawska 35B 44-100 Gliwice	ul. Wita Stwosza 22 Kod 44-100 Gliwice powiat gliwicki woj. śląskie		
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:					
Biuro Doradcze "ALTIMA" s.c. P. Syrek i M. Grabowska 40-599 Katowice, ul. Żeliwna 38 REGON: 240050673 NIP: 6452361107					
3. Imię i nazwisko, nr. PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis					
mgr inż. Maciej Muzyczuk, 8052202792, 43-100 Tychy, ul. Rolna 44/3 Ukończone studia podyplomowe "Audyt energetyczny w budownictwie na potrzeby termomodernizacji oraz oceny energetycznej budynków" Członek ZAE nr 1761; uprawniony do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej - nr wpisu do rejestru 9901; Weryfikator standardów energetycznych budynków programu NF (nr W017); certyfikowany audytor/ekspert ds. energetycznych programu NF (PolSEFF2, nr W010); Autoryzowany certyfikator energetyczny SCIAE.					
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac, posiadane kwalifikacje					
Lp.	Imię i nazwisko		Zakres udziału w opracowaniu audytu		Posiadane kwalifikacje (ew. uprawnienia)
1					
2					
3					
5.	Miejscowość Tychy		Data wykonania opracowania		25.04.2019, 2019
6. Spis treści					
1. Strona tytułowa.					
2. Karta audytu energetycznego.					
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora budowlanego budynku.					
4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku.					
5. Ocena stanu technicznego budynku.					
6. Wykaz usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych.					
7. Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.					
8. Opis wariantu optymalnego.					

mgr inż. Maciej Muzyczuk
audytor/ekspert ds. energetycznych
wpis nr 9901
nr wpisu do rejestru 9901

2. Karta audytu energetycznego budynku *)

Dla całego budynku

Dane ogólne			
1.	Konstrukcja/technologia budynku	tradycyjna	
2.	Liczba kondygnacji	2 + poddasze mieszkalne/nie użytkowe + piwnice	
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	357	
4.	Powierzchnia budynku netto [m ²]	142,60	
5.	Powierzchnia użytkowa części mieszkalnej [m ²]	142,60	
6.	Powierzchnia użytkowa lokali użytkowych oraz innych pomieszczeń niemieszkalnych [m ²]	-	
7.	Liczba mieszkań	3	
8.	Liczba osób użytkujących budynek	6	
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody	miejscowo, podgrzewacze elektr.	mieszkańcowe kotły gazowe
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	indywidualnie - piece węglowe i etażowe gazowe	mieszkańcowe kotły gazowe
11.	Współczynnik kształtu A/V [1/m]	0,70	
12.	Inne dane charakteryzujące budynek	-	
2. Współczynniki przenikania ciepła przez przegrody budowlane [W/m ² K]		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1a	Ściany zewnętrzne	1,45	0,21
1b	Ściana wewnętrzna pomiędzy mieszkaniem a pom. nieogrzewanymi	1,29	0,28
2a	Dach	1,17	0,18
2b	Strop poddasza	1,53	0,18
3	Strop nad piwnicą	0,38	0,25
4	Podłoga w piwnicy	0,39	0,39
5a	Okna zewnętrzne nowe	1,45	1,45
5b	Okna zewnętrzne stare	2,50	1,10
5c	Drzwi zewnętrzne stare	2,80	1,50
3. Sprawności składowe systemu ogrzewania			
1.	Sprawność wytwarzania	0,77	0,91
2.	Sprawność przesyłania	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji	0,75	0,89
4.	Sprawność akumulacji	1,00	1,00
5.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia	1,00	1,00
6.	Uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby	1,00	0,95
4. Sprawności składowe systemu przygotowania ciepłej wody użytkowej			
1.	Sprawność wytwarzania	0,96	0,85
2.	Sprawność przesyłania	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji i wykorzystania	1,00	1,00
4.	Sprawność akumulacji	0,85	1,00
5. Charakterystyka systemu wentylacji			
1.	Rodzaj wentylacji	naturalna	naturalna
2.	Sposób doprowadzenia i odprowadzenia powietrza	okna/kanały	okna/kanały
3.	Strumień powietrza wentylacyjnego [m ³ /h]	230	230
4.	Liczba wymian [1/h]	0,65	0,65
5. Charakterystyka energetyczna budynku			
1.	Obliczeniowa moc cieplna systemu grzewczego [kW]	11,88	4,55
2.	Obliczeniowa moc cieplna na przygotowanie cwu [kW]	4,20	4,20
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	80,95	18,61
4.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynku (z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu) [GJ/rok]	139,72	21,83
5.	Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania c.w.u. [GJ/rok]	17,32	16,63

6.	Zmierzone zużycie ciepła na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
7.	Zmierzone zużycie ciepła na przygotowanie c.w.u. (służące do weryfikacji przyjętych składowych danych obliczeniowych bilansu ciepła) [GJ/rok]	-	-
8.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	157,70	36,25
9.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu grzewczego i przerw w ogrzewaniu [kWh/m ² rok]	272,18	42,53
10.	Udział odnawialnych źródeł energii [%]	0,00	0,00
6. Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)			
1.	Koszt za 1 GJ energii na ogrzewanie **) [zł]	32,0	45,0
2.	Koszt za 1 MW mocy zamówionej na ogrzewanie na miesiąc ***) [zł]	0	0
3.	Koszt przygotowania 1 m ³ wody użytkowej **) [zł]	39,19	37,94
4.	Koszt 1 MW mocy zamówionej na podgrzanie cwu na miesiąc ***) [zł]	-	-
5.	Opłata za ogrzanie 1 m ² powierzchni użytkowej miesięcznie [zł]	4,83	2,42
6.	Miesięczna opłata abonamentowa [zł]	0,0	0,0
6.	Inne [zł]	0,0	0,0
7. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana suma kredytu [zł]		113 386,25	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%] 75,5%
Planowane koszty całkowite [zł]		113 386,25	Premia termomodernizacyjna [zł] 8 258,36
Roczna oszczędność kosztów energii [zł/rok]		4 129,18	
<p>*) dla budynku o mieszanej funkcji należy podać wszystkie dane oddzielnie dla każdej części budynku</p> <p>**) opłata zmienna związana z dystrybucją i przesyłem jednostki energii</p> <p>***) stała opłata miesięczna związana z dystrybucją i przesyłem energii</p>			

Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora

Dokumentacja projektowa:

- Inwentaryzacja na cele audytu

Inne dokumenty:

-

Data wizji lokalnej:

- 13.04.2019

Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora (zlecniodawcy):

- Obniżenie kosztów ogrzewania budynku poprzez zabiegi termomodernizacji.
- Wykorzystanie kredytu bankowego i pomocy Państwa na warunkach określonych w Ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów bądź innych środków wsparcia

Wkład własny na pokrycie kosztów termomodernizacji:

Kwota wkładu własnego wynosi	nie określono	zł
Maksymalna kwota kredytu	nie określono	zł

4. Inwentaryzacja techniczno-budowlana budynku

4a. Ogólne dane o budynku

Własność	prywatna	spółdzielcza x	komunalna
Przeznaczenie budynku	mieszkalny x	mieszk-usługowy	inny
Adres	44-100 Gliwice, ul. Wita Stwosza 20		
Budynek	wolnostojący bliźniak	segmentowy x blok mieszkalny, wielorodzinny	x

Rok budowy		ok.1930					
Technologia budynku		UW-2Ż-cegła żerańska		RWB	BSK	RBM-73	RWP-75
PBU-59	PBU-62	UW 2-J	WUF-62	WUF-T	OWT-67	OWT-75	"Szczecin"
W-70	Wk-70	SBM-75	ZSBO	"Stolica"	żelbetowa	X tradycyjna	ramowa
szkieletowa		inna, jaka:		Uprzemysłowiona			

1	Powierzchnia zabudowana ¹⁾ [m ²]	89,5	11	Liczba klatek schodowych	1
2	Kubatura budynku ²⁾ [m ³]	503	12	Liczba kondygnacji	2+1+1
3	Kubatura ogrzewanej części budynku powiększona o kubaturę ogrzewanych pomieszczeń na poddaszu użytkowym lub w piwnicy i pomniejszona o kubaturę wydzielonych klatek schodowych, sztybów, wind, otwartych wnęk, loggi i galerii [m ³]	356,5	13	Wysokość kondygnacji w świetle [m]	2,50
4	Powierzchnia użytkowa mieszkań ¹⁾ [m ²]	142,6	14	Liczba osób	6
5	Pow. korytarzy i klatek [m ²]	-	15	Liczba mieszkań	3
6	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych na poddaszu użytkowym [m ²]	-	16	Liczba pom. o powierzchni <50 m ²	3
7	Powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych w piwnicy [m ²] <small>podać przeznaczenie pomieszczeń</small>	-	17	Liczba pom. o powierzchni 50-100 m ²	-
8	Powierzchnia lokali użytkowych i pomieszczeń ogrzewanych niemieszkalnych [m ²]	0,00	18	Liczba pom. o powierzchni >100 m ²	-
9	Powierzchnia użytkowa ogrzewanej części budynku [m ²]	142,60	19	Liczba pom z WC w łazience	3
10	Budynek podpiwniczony	tak	20	Liczba pom. z WC osobno	-

¹⁾ wg PN-70/B-02365 Powierzchnia budynków. Podział, określenia i zasady obmiaru

²⁾ wg PN-ISO 9836 Właściwości użytkowe w budownictwie-Określanie i obliczanie wskaźników pow. i kubaturowych

4.c. Opis techniczny podstawowych elementów budynku

Budynek mieszkalny wielorodzinny, będący jednym ze środkowych segmentów w zabudowie szeregowej. Posiada dwie kondygnacje oraz poddasze w części mieszkalne. Od strony podwórza znajduje się dobudówka gospodarcza. Budynek jest częściowo podpiwniczony, wykonany w technologii tradycyjnej. Ściany murowane z cegły pełnej obustronnie otynkowane. Strop nad piwnicą drewniany, strop pod nieużytkową częścią poddasza o konstrukcji drewnianej. Dach dwuspadowy z wykuszami kryty dachówką.

Stolarka okienna częściowo wymieniona na PCW, ale są też okna stare, drewniane. Drzwi wejściowe stare.

4.d. Charakterystyka energetyczna budynku

Lp.	Rodzaj danych		Dane w stanie istniejącym
1.	Szczytowa moc cieplna (zapotrzebowanie na moc cieplną dla c.o.)	q_{moc} [kW]	11,88
2.	Moc cieplna (łącznie dla c.o. i c.w.u.)	q [kW]	16,08
3.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym bez uwzględnienia sprawności systemu ogrzewania	Q_H [GJ]	80,95
4.	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania ciepła	$E=Q_H/V$ [kWh/m ³ a]	63,07
5.	Sezonowe zapotrzebowanie na ciepło w standardowym sezonie grzewczym z uwzględnieniem sprawności systemu ogrzewania	Q_s [GJ]	139,7
6.	Taryfa opłat (z VAT)		
	opłata stała (za moc zamówioną + przesył) miesięcznie	zł/MW	0,00
	opłata zmienna (za ciepło + przesył) wg licznika	zł/GJ	32,00
	opłata abonamentowa miesięcznie	zł	0,00

4e. Charakterystyka systemu ogrzewania

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe (piece kaflowe i etażowe węglowe) oraz etażowe gazowe

4.f. Charakterystyka instalacji cieplnej wody użytkowej

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj instalacji	C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych
2.	Piony i ich izolacja	-
3.	Opomiarowanie	-
4.	Zużycie ciepłej wody w m ³ /m-c określone wg. pomiaru	-

4.g. Charakterystyka systemu wentylacji

Lp.	Rodzaj danych	Dane w stanie istniejącym
1.	Rodzaj wentylacji	grawitacyjna
2.	Strumień powietrza wentylacyjnego m ³ /h	230

5. Ocena aktualnego stanu technicznego budynku

5.1. Elementy konstrukcyjne i ochrona cieplna budynku

Ogólny stan elementów konstrukcyjnych budynku jest dobry.

Budynek nie spełnia wymagań dotyczących maksymalnej wartości wskaźnika E sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania w standardowym sezonie grzewczym głównie z powodu braku izolacji termicznej ścian zewnętrznych oraz dachu i stropu poddasza. Stolarka okienna została częściowo wymieniona na nowszą z PCW, ale są też okna stare drewniane. Drzwi zewnętrzne stare drewniane.

5.2. System grzewczy

Ogrzewanie indywidualne - piece węglowe (piece kaflowe i etażowe węglowe) oraz etażowe gazowe

5.3. System zaopatrzenia w c.w.u.

C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych

5.4. Zbiornicze zestawienie oceny stanu istniejącego budynku i możliwości poprawy zawiera poniższa tabela

Lp.	Charakterystyka stanu istniejącego	Możliwości i sposób poprawy
1	2	3
1	<p>Przegrody zewnętrzne mają niezadowalające wartości współczynnika przenikania ciepła U [W/m²K]</p> <ul style="list-style-type: none"> - ściany zewnętrzne $U = 1,45$ - ściana wewnętrzna $U = 1,29$ - podłoga w piwnicy $U = 0,39$ - dach $U = 1,17$ - strop poddasza $U = 1,53$ - strop nad piwnicą $U = 0,38$ 	<p>Docieplić przegrody zewnętrzne</p> <ul style="list-style-type: none"> - dla ścian $U \leq 0,23$ - dla stropu poddasza i dachu $U \leq 0,18$ - dla ścian wewnętrznej $U \leq 0,30$ - dla stropu piwnicy $U \leq 0,25$
	<p>Okna -</p> <ul style="list-style-type: none"> nowe z PCW $U = 1,45$ okna stare drewniane $U = 2,50$ Drzwi stare $U = 2,80$ 	Wymiana starych okien i drzwi.
3	<p>Wentylacja grawitacyjna -</p> <p>Wentylacja działa poprawnie, nie stwierdza się nadmiernego napływu zimnego powietrza w okresie zimowym.</p>	Nie przewiduje się modernizacji.
4	<p>Instalacja centralnego ogrzewania -</p> <p>indywidualne, miejscowe - piece węglowe i gazowe.</p>	Budowa mieszkaniowych instalacji ogrzewania zasilanych kotłami gazowymi dwufunkcyjnymi
5	<p>Instalacja ciepłej wody użytkowej -</p> <p>C.w.u. przygotowywana indywidualnie w podgrzewaczach elektrycznych</p>	Wymiana podgrzewaczy na mieszkaniowe kotły gazowe dwufunkcyjne

6. Wykaz rodzajów usprawnień i przedsięwzięć termomodernizacyjnych wybranych na podstawie oceny stanu technicznego

L.p.	Rodzaj usprawnień lub przedsięwzięć	Sposób realizacji
1	2	3
1.	Zmniejszenie strat przez przenikanie ciepła przez ściany zewnętrzne	Ocieplenie ścian zewnętrznych oraz ściany wewnętrznej oddzielającej pomieszczenia ogrzewane od nieogrzewanych
2.	Zmniejszenie strat przez przenikanie przez dachy i stropy	Ocieplenie dachu, stropu poddasza i stropu nad piwnicą
3.	Zmniejszenie strat ciepła przez przenikanie i infiltrację przez stolarkę okienną i drzwiową	Wymiana starych okien i drzwi
4.	Poprawa efektywności energetycznej instalacji ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.	Budowa mieszkaniowych instalacji ogrzewania i montaż kotłów gazowych dwufunkcyjnych (co + cwu)

7.2. Ocena opłacalności i wyboru usprawnień dot. zmniejszenia strat przez przenikanie przez przegrody i zapotrzebowania na ciepło na ogrzanie powietrza wentylacyjnego

W niniejszym rozdziale w kolejnych tabelach dokonuje się:

- Oceny opłacalności i wyboru optymalnych usprawnień prowadzących do zmniejszenia strat ciepła przez przenikanie przez przegrody zewnętrzne.
- Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości prostego czasu zwrotu nakładów (SPBT) charakteryzującego każde usprawnienie.

W obliczeniach przyjęto następujące dane:

Wyszczególnienie		W stanie obecnym	Po termo-modernizacji	jedn.
t_{wo}		20,0	20,0	$^{\circ}\text{C}$
t_{zo}		-20,0	-20,0	$^{\circ}\text{C}$
S_d	dla przegród zewnętrznych	3 797,8	3 797,8	dzień K'a
	dla stropu poddasza ***	3 797,8	3 797,8	dzień K'a
	dla stropu piwnic ***	3 085,8	3 085,8	dzień K'a
dla ogrzewania węglowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		32,00	32,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania gazowego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		45,00	45,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla ogrzewania elektrycznego **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		150,00	150,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c
dla kotłów gazowych po modernizacji **				
$O_{0m}, O_{1m},$		0,00	0,00	zł/(MW·mc)
$O_{0z}, O_{1z},$		0,00	45,00	zł/GJ
$A_{b0}, A_{b1},$ opłaty związane z eksploatacją i konserwacją		0,00	0,00	zł/m-c

* liczbę stopniodni przyjęto dla Katowic.

** Przyjęto ceny na podstawie średnich cen rynkowych

*** Liczbę stopniodni dla stropu poddasza przyjęto jak dla przegrody zewnętrznej z uwagi na nieocieplony dach. Dla piwnic przyjęto temperaturę 6,1 stopni na podstawie bilansu cieplnego.

7.2.1. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściany zewnętrzne		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	74,93 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	98,89 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ścian zewnętrznych na bazie styropianu o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g=$	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,17	4,72	5,28
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,69	4,85	5,41	5,97
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	35,7	5,1	4,5	4,1
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-6} \cdot A/(t_{w0}-t_{z0})/R$	MW	0,004	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (Ab_0 - Ab_1)$	zł/a		1 115	1 134	1 149
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		225,00	235,00	245,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		22 250	23 239	24 228
9	SPBT= $N_U/\Delta O_{ru}$	lata		20,0	20,5	21,1
10	U_0, U_1	W/m ² K	1,45	0,21	0,18	0,17
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 22 250 zł		SPBT= 20,0 lat		

7.2.2. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Ściana wewnętrzna		
Dane:						
powierzchnia przegrody do obliczania strat				A	=	7,00 m ²
powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A _{kosz}	=	7,00 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie ściany wewnętrznej na bazie styropianu						
o współczynniku przewodności $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$.						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymaganiom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantie 2						
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; $g =$	m		0,10	0,12	0,14
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		2,78	3,33	3,89
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,78	3,56	4,11	4,67
4	$Q_{0U}, Q_{1U} = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	3,0	0,6	0,6	0,5
5	$q_{0U}, q_{1U} = 10^{-5} \cdot A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (x_0 \cdot Q_{0U} \cdot O_{0z} - x_1 \cdot Q_{1U} \cdot O_{1z}) + 12 \cdot (y_0 \cdot q_{0U} \cdot O_m - y_1 \cdot q_{1U} \cdot O_m) + 12 \cdot (A b_0 - A b_1)$	zł/a		84	87	89
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		200,00	210,00	220,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N_U	zł		1 400	1 470	1 540
9	SPBT = $N_U / \Delta O_{ru}$	lata		16,7	16,9	17,2
10	U_0, U_1	W/m ² ·K	1,29	0,28	0,24	0,21
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Cenę jednostkową 1m ² docieplenia ściany przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 1 400 zł		SPBT = 16,7 lat		

7.2.3. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Dach		
<p>Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia</p> <p>Opis wariantów usprawnienia Przewiduje się ocieplenie dachu wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK . Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej: wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017 wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1 wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2</p>				<p>A = 90,00 m² A_{kosz} = 90,00 m²</p>		
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,15	0,17	0,19
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		4,69	5,31	5,94
3	Opór cieplny R	m ² K/W	0,85	5,54	6,17	6,79
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·Sd·A/R	GJ/a	34,6	5,3	4,8	4,3
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ ·A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,004	0,001	0,001	0,001
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		1 064	1 083	1 099
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		175,00	185,00	195,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		15 750	16 650	17 550
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		14,8	15,4	16,0
10	U ₀ , U ₁	W/m ² K	1,17	0,18	0,16	0,15
<p>Podstawa przyjętych wartości N_U</p> <p>Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m² wg średnich cen rynkowych.</p>						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 15 750 zł		SPBT= 14,8 lat		

7.2.4. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop poddasza		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A	=	41,00 m ²
				A _{kosz}	=	41,00 m ²
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną						
o współczynniku przewodzenia ciepła 0,032 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariancie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,16	0,18	0,20
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² ·K/W		5,00	5,63	6,25
3	Opór cieplny R	m ² ·K/W	0,65	5,65	6,28	6,90
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁶ ·S _d ·A/R	GJ/a	20,6	2,4	2,1	1,9
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,003	0,000	0,000	0,000
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		662	670	677
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		180,00	190,00	200,00
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		7 380	7 790	8 200
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		11,2	11,6	12,1
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	1,53	0,18	0,16	0,14
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 7 380 zł		SPBT= 11,2 lat		

7.2.5. Ocena opłacalności i wybór wariantu zmniejszającego straty ciepła przez przenikanie				Przegroda		
				Strop piwnicy		
Dane: powierzchnia przegrody do obliczania strat powierzchnia przegrody do obliczania kosztu usprawnienia				A = 40,00 m ² A _{kosz} = 40,00 m ²		
Opis wariantów usprawnienia						
Przewiduje się ocieplenie stropu nad piwnicą wełną mineralną o współczynniku przewodzenia ciepła 0,037 W/mK .						
Rozpatruje się 3 warianty różniące się grubością warstwy izolacji termicznej:						
wariant 1: o grubości warstwy izolacji odpowiadającej wymogom WT2017						
wariant 2: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 1						
wariant 3: o grubości warstwy izolacji o 2 cm większej niż w wariantcie 2						
Lp.	Omówienie	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Grubość dodatkowej warstwy izolacji termicznej; g=	m		0,05		
2	Zwiększenie oporu cieplnego ΔR	m ² K/W		1,35		
3	Opór cieplny R	m ² K/W	2,65	4,00		
4	Q _{0U} , Q _{1U} = 8,64·10 ⁻⁵ ·S _d ·A/R	GJ/a	5,0	3,3		
5	q _{0U} , q _{1U} = 10 ⁻⁶ · A/(t _{w0} -t _{z0})/R	MW	0,000	0,000		
6	Roczna oszczędność kosztów ΔO _{ru} = (x ₀ ·Q _{0U} ·O _{0z} - x ₁ ·Q _{1U} ·O _{1z})+12*(y ₀ ·q _{0U} ·O _m -y ₁ ·q _{1U} ·O _m)+12*(Ab ₀ -Ab ₁)	zł/a		61		
7	Cena jednostkowa usprawnienia	zł/m ²		175,00		
8	Koszt realizacji usprawnienia N _U	zł		7 000		
9	SPBT= N _U /ΔO _{ru}	lata		115,2		
10	U ₀ , U ₁	W/m ² ·K	0,38	0,25		
Podstawa przyjętych wartości N _U						
Przyjęto ceny jednostkowe ocieplenia 1m ² wg średnich cen rynkowych. Przyjęcie większej grubości ocieplenia jest niemożliwe z przyczyn technicznych.						
Wybrany wariant : 1		Koszt : 7 000 zł		SPBT= 115,2 lat		

7.2.6. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.				Przedsięwzięcie		
				wymiana drzwi zewnętrznych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 2,28 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi \cdot A_d = 28 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi \cdot C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę starych drzwi zewnętrznych						
wariant 1: wymiana drzwi na nowe				U= 1,5	a= 0,2	
wariant 2: wymiana drzwi na nowe				U= 1,3	a= 0,2	
wariant 3: wymiana drzwi na nowe				U= 1,1	a= 0,2	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania drzwi U	W/m ² ·K	2,80	1,50	1,30	1,10
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	1,30	1,00	1,00	1,00
		Cm	1,50	1,00	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A_d \cdot U, Q_1 = 8,64 \cdot 10^{-5} \cdot S_d \cdot A/R$	GJ/a	2,1	1,1	1,0	0,8
5	$2,94 \cdot 10^{-5} \cdot C_r \cdot C_w \cdot V_{nom} \cdot S_d$	GJ/a	4,0	3,1	3,1	3,1
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$	GJ/a	6,1	4,2	4,1	3,9
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} \cdot A_d \cdot (t_{w0} - t_{z0}) \cdot U, q_1 = 10^{-6} \cdot A / (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0003	0,0131	0,0001	0,0001
8	$3,4 \cdot 10^{-7} \cdot V_{obl} \cdot (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0006	0,0004	0,0004	0,0004
9	$q_0, q_1 = (6) + (7),$	MW	0,0008	0,0134	0,0005	0,0005
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_{0U} - Q_{1U}) \cdot O_z + 12(q_{0U} - q_{1U}) \cdot O_m$	zł/rok		69	75	78
11	Koszt wymiany lub zamurowania drzwi N_d	zł		3 876	4 332	5 244
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_d + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		56,00	58,00	67,30
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Ceny jednostkowe wymiany 1m ² drzwi przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
wariant 1: wymiana drzwi (U=1,3)				2,3 m ² drzwi*	1700 zł/m ² =	3 876 zł
wariant 2 : wymiana drzwi (U=1,1)				2,3 m ² drzwi*	1900 zł/m ² =	4 332 zł
wariant 3 : wymiana drzwi (U=0,9)				2,3 m ² drzwi*	2300 zł/m ² =	5 244 zł
Wybrany wariant : 1		Koszt : 3 876 zł		SPBT= 56,0 lat		

				Przedsięwzięcie		
7.2.7. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie drzwi oraz poprawie systemu wentylacji.				wymiana okien starych		
Dane: powierzchnia drzwi $A_d = 4,68 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę starych okien zewnętrznych						
wariant 1: wymiana okien na nowe				$U = 1,1$	$a = 0,6$	
wariant 2: wymiana okien na nowe				$U = 1,0$	$a = 0,6$	
wariant 3: wymiana okien na nowe				$U = 0,9$	$a = 0,6$	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	$\text{W/m}^2\text{K}$	2,50	1,10	1,00	0,90
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	C_r	-	1,30	1,00	1,00
		C_m	-	1,50	1,00	1,00
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A/R$	GJ/a	3,8	1,7	1,5	1,4
5	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	1,5	1,1	1,1	1,1
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$	GJ/a	5,3	2,8	2,7	2,5
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_{ok} * (t_{w0} - t_{z0}) * U, q_1 = 10^{-6} * A / (t_{w0} - t_{z0}) / R$	MW	0,0005	0,0002	0,0002	0,0002
8	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001
9	$q_0, q_1 = (6) + (7),$	MW	0,0007	0,0003	0,0003	0,0003
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_0 - Q_1) O_z + 12(q_0 - q_1) O_m$	zł/rok		91	96	99
11	Koszt wymiany lub zamurowania okien N_{ok}	zł		7 488	9 360	11 700
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		82,70	97,40	117,70
Podstawa przyjętych wartości N_u						
Ceny jednostkowe wymiany 1 m^2 okien przyjęto wg średnich cen rynkowych.						
wariant 1: wymiana okien ($U=0,9$)				$4,7 \text{ m}^2 \text{ okien} * 1600 \text{ zł/m}^2 =$	7 488 zł	
wariant 2 : wymiana okien ($U=0,8$)				$4,7 \text{ m}^2 \text{ okien} * 2000 \text{ zł/m}^2 =$	9 360 zł	
wariant 3 : wymiana okien ($U=0,7$)				$4,7 \text{ m}^2 \text{ okien} * 2500 \text{ zł/m}^2 =$	11 700 zł	
Wybrany wariant : 1		Koszt :	7 488 zł	SPBT=	82,7	lat

				Przedsięwzięcie		
7.2.8. Ocena opłacalności i wybór wariantu przedsięwzięcia polegającego na wymianie okien oraz poprawie systemu wentylacji.				wymiana okien zewnętrznych z PCW		
Dane: powierzchnia okien $A_{ok} = 7,6 \text{ m}^2$ $V_{nom} = \Psi = 93 \text{ m}^3/\text{h}$ $C_w = 1,00$ $V_{obl} = \Psi * C_m$						
Opis wariantów usprawnienia						
Usprawnienie obejmuje wymianę okien zewnętrznych z PCW						
wariant 1: wymiana okien na nowe z PCW				U= 0,9	a= 0,8	
wariant 2: wymiana okien na nowe z PCW				U= 0,8	a= 0,8	
wariant 3: wymiana okien na nowe z PCW				U= 0,7	a= 0,8	
Lp.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Warianty		
				1	2	3
1	Współczynnik przenikania okien U	W/m ² K	1,45	0,90	0,80	0,70
3	Współczynniki korekcyjne dla wentylacji	Cr	1,00	1,00	1,00	1,00
		Cm	1,00	1,00	1,00	1,0
4	$Q_0, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A_{ok} * U, Q_1 = 8,64 * 10^{-5} * S_d * A/R$	GJ/a	3,6	2,3	2,0	1,8
5	$2,94 * 10^{-5} * C_r * C_w * V_{nom} * S_d$	GJ/a	10,4	10,4	10,4	10,4
6	$Q_0, Q_1 = (3) + (4),$	GJ/a	14,0	12,7	12,4	12,2
7	$q_0, q_1 = 10^{-6} * A_d * (t_{w0} - t_{z0}) * U, q_1 = 10^{-6} * A/(t_{w0} - t_{z0})/R$	MW	0,0004	0,0262	0,0002	0,0002
8	$3,4 * 10^{-7} * V_{obl} * (t_{w0} - t_{z0})$	MW	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
9	$q_0, q_1 = (6) + (7),$	MW	0,0017	0,0275	0,0015	0,0015
10	Roczna oszczędność kosztów $\Delta O_{ru} = (Q_0 - Q_1) O_z + 12(q_0 - q_1) O_m$	zł/rok		50	59	64
11	Koszt wymiany lub zamurowania okien N_{ok}	zł		12 208	15 260	19 075
12	Koszt modernizacji wentylacji N_w	zł		-	-	-
13	$SPBT = (N_{ok} + N_w) / \Delta O_{ru}$	lata		244,00	258,10	295,90
Podstawa przyjętych wartości N_U						
Ceny jednostkowe wymiany 1m ² okien przyjęto wg średnich cen rynkowych. Ze względu na bardzo długi okres zwrotu niniejsze przedsięwzięcie uznaje się za nieopłacalne i nie rozpatruje dalej.						
wariant 1: wymiana okien (U=0,9)				7,6 m ² okien*	1600 zł/m ² =	12 208 zł
wariant 2 : wymiana okien (U=0,8)				7,6 m ² okien*	2000 zł/m ² =	15 260 zł
wariant 3 : wymiana okien (U=0,7)				7,6 m ² okien*	2500 zł/m ² =	19 075 zł
Wybrany wariant : -		Koszt : -	zł	SPBT=	-	lat

7.2.9 Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu grzewczego

Dane: $Q_{ocd} = 80,95 \text{ GJ/a}$ $w_{t0} = 1,00$ $w_{d0} = 1,00$ $\eta_0 = 0,55$
 Przewiduje się budowę mieszkaniowych instalacji ogrzewania montaż nowych kotłów gazowych dwufunkcyjnych.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_{w0} = 0,77$	$\eta_{w1} = 0,91$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_{p0} = 1,00$	$\eta_{p1} = 1,00$
3	regulacja systemu ogrzewania	$\eta_{r0} = 0,75$	$\eta_{r1} = 0,89$
4	akumulacja ciepła	$\eta_{a0} = 1,00$	$\eta_{a1} = 1,00$
5	sprawność całkowita systemu	$\eta_0 = 0,58$	$\eta_1 = 0,81$
6	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w okresie tygodnia -	$w_{t0} = 1,00$	$w_{t1} = 1,00$
7	uwzględnienie przerw na ogrzewanie w ciągu doby -	$w_{d0} = 1,00$	$w_{d1} = 0,95$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawność całkowita systemu grzewczego η	-	0,583	0,810
2	Uwzględnienie przerw tygodniowych w_t	-	1,00	1,00
3	Uwzględnienie przerw dobowych i podzielników kosztów w_d	-	1,00	0,95
4	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		771,45
5	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		41 112
6	SPBT	lata		53,3

	ilość	koszt	cena
1. Przyjęto średnie ceny rynkowe wykonania instalacji wewnętrznej co względem 1 m2 powierzchni użytkowej	142,60	120 zł	17 112,00 zł
2. Kotły gazowe kondensacyjne (szt.)	3,00	8 000 zł	24 000,00 zł
		ŁĄCZNIE:	41 112,00 zł

7.2.8. Ocena i wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego poprawiającego sprawność systemu przygotowania ciepłej wody

Dane: $Q_{0co} = 14,13 \text{ GJ/a}$

$\eta_0 = 0,82$

Przewiduje się montaż kotłów gazowych kondensacyjnych, dwufunkcyjnych (zgodnie z punktem poprzednim) i niezbędne przeróbki instalacji wodnych w mieszkańcach.

W tabeli poniżej zestawiono zmiany współczynników sprawności związane z wykonaniem modernizacji.

Lp.	Rodzaj usprawnienia	Współczynniki sprawności	
		przed	po
1	wytwarzanie ciepła	$\eta_{w1} = 0,96$	$\eta_{w1} = 0,85$
2	przesyłanie ciepła	$\eta_{p1} = 1,00$	$\eta_{p1} = 1,00$
3	akumulacja ciepła	$\eta_{r1} = 0,85$	$\eta_{r1} = 1,00$
4	wykorzystanie ciepła	$\eta_{e1} = 1,00$	$\eta_{e1} = 1,00$
5	sprawnność całkowita systemu	$\eta = 0,82$	$\eta = 0,85$

Ocena proponowanego przedsięwzięcia

Lp.	Opis	jedn.	Stan istniejący	Stan po modern.
1	Sprawnność całkowita systemu cwu η	-	0,816	0,850
2	Koszt przygotowania cwu	zł/rok	2 597,78	2 493,87
3	Całkowita oszczędność kosztów	zł/a		103,91
4	Koszt przedsięwzięcia N_{co}	zł		7 130
5	SPBT	lata		68,6

	ilość	koszt	cena
1. Niezbędne przeróbki instalacji wodnej i kanalizacyjnej w przeliczeniu na 1 m2 powierzchni	143	50 zł	7 130,00 zł

7.2.9. Zestawienie optymalnych usprawnień i przedsięwzięć w kolejności rosnącej wartości SPBT			
Lp.	Rodzaj i zakres usprawnienia termomodernizacyjnego	Planowane koszty robót, zł	SPBT lata
1	2	3	4
0	Budowa mieszkaniowych instalacji ogrzewania i montaż kotłów gazowych	41 112	53,3
1	Ocieplenie stropu poddasza	7 380	11,2
2	Ocieplenie ściany wewnętrznej	1 400	16,7
3	Ocieplenie dachu	15 750	14,8
4	Ocieplenie ścian zewnętrznych	22 250	20,0
5	Wymiana starych drzwi zewnętrznych	3 876	56,0
6	Przyłączenie instalacji cwu do kotłów gazowych	7 130	68,6
7	Wymiana starych okien zewnętrznych	7 488	82,7
8	Ocieplenie stropu nad piwnicą	7 000	115,2
<p>Uwagi:</p> <p>Modernizację systemu grzewczego rozpatruje się niezależnie od czasu zwrotu jako konieczną, gdyż tylko dzięki tej modernizacji jest możliwe osiągnięcie pełnego efektu z pozostałych usprawnień.</p>			

7.3. Wybór optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

Niniejszy rozdział obejmuje:

- określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych
- ocenę wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych pod względem spełnienia wymagań ustawowych
- wskazanie optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego

7.3.1. Określenie wariantów przedsięwzięć termomodernizacyjnych

W tabeli poniżej zastosowano następujące skrótowe określenia usprawnień zestawionych w punkcie 7.3.3.

- instalacja co - budowa instalacji mieszkaniowych i montaż kotłów gazowych
- strop poddasza - ocieplenie stropu poddasza
- ściana wewnętrzna - ocieplenie ściany oddzielającej część ogrzewaną od nieogrzewanej
- dach - ocieplenie dachu
- ściany zewnętrzne - ocieplenie ścian zewnętrznych
- drzwi zewnętrzne - wymiana starych drzwi zewnętrznych
- instalacja cwu - przyłączenie instalacji mieszkaniowych do kotłów gazowych
- okna zewnętrzne - wymiana starych okien zewnętrznych
- strop piwnicy - ocieplenie stropu nad piwnicą

Do analizy przyjęto następujące warianty usprawnień:

	Zakres	Nr wariantu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
0	instalacja co	X	X	X	X	X	X	X	X
1	strop poddasza	X	X	X	X	X	X	X	X
2	ściana wewnętrzna	X	X	X	X	X	X	X	
3	dach	X	X	X	X	X	X		
4	ściany zewnętrzne	X	X	X	X	X			
5	drzwi zewnętrzne	X	X	X	X				
6	instalacja cwu	X	X	X					
7	okna zewnętrzne	X	X						
8	strop piwnicy	X							

7.3.2. Obliczenie oszczędności energii i kosztów dla wariantów przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość												
Lp		Jedn	stan ist.	wariant								
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Sezonowe zapotrzebowanie ciepła na ogrzewanie	Q _{se}	GJ	18,61	19,54	21,56	21,56	21,75	35,05	66,13	68,25	
2	Zapotrzebowanie mocy na ogrzewanie	q _{se}	kW	4,55	4,63	4,89	4,89	4,91	6,60	10,26	10,50	
3	Udział źródeł ciepła	%	-	66,7%								
				33,3%								
				0,0%								
4	Sprawność systemu ogrzewania $\eta = \eta_{tg} \cdot \eta_d \cdot \eta_c \cdot \eta_k$	η	-	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
5	Współczynnik przerw dobowych	w _d	-	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	
6	Współczynnik przerw tygodniowych	w _t	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
7	Sezonowe zapotrzeb. ciepła na ogrzewanie z uwzgl. spraw. systemu	Q _{se}	GJ	21,83	22,92	25,29	25,29	25,51	41,11	77,57	80,06	
8	Roczny koszt ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	Q _{en}	zł	4 142,19	4 191,27	4 297,90	4 401,81	4 411,84	5 113,87	6 754,41	6 866,31	
9	Zapotrzebowanie ciepła dla c.w.u. z uwzgl. sprawności	Q _{sw}	GJ	16,63	16,63	16,63	17,32	17,32	17,32	17,32	17,32	
10	Zapotrzebowanie mocy na c.w.u.	q _{sw}	kW	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	
11	Sumaryczne zużycie ciepła na ogrzewanie i ciepłą wodę	Q	GJ	38,46	39,55	41,92	42,61	42,83	58,43	94,89	97,37	
12	Procentowa oszczędność ciepła w stosunku do stanu istniejącego	$\frac{\Delta Q}{Q}$	%	75,5%	74,8%	73,3%	72,9%	72,7%	62,8%	39,6%	38,0%	
13	Sumaryczne zapotrzebowanie mocy	q	kW	8,75	8,83	9,09	9,09	9,11	10,80	14,46	14,70	
14	Oszczędność kosztu w stosunku do stanu istniejącego	$\frac{\Delta Q_c}{Q_c}$	zł	4 129,18	4 080,09	3 973,47	3 869,56	3 859,53	3 167,50	1 516,96	1 405,06	
15	Koszt wykonania modernizacji	N _m	zł	113 386,25 zł	106 386,25 zł	98 898,25 zł	91 768,25 zł	87 892,25 zł	65 642,00 zł	49 892,00 zł	48 492,00 zł	
16	Koszt audytu i inne koszty	N _a	zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł	
17	Koszt całkowity	N	zł	113 386,25 zł	106 386,25 zł	98 898,25 zł	91 768,25 zł	87 892,25 zł	65 642,00 zł	49 892,00 zł	48 492,00 zł	

7.3.3. Dokumentacja wyboru optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego - całość

Lp.	Wariant przedsięwzięcia termomodernizacyjnego	Planowane koszty całkowite	Roczna oszczędność kosztów energii	Procentowa oszczędność zapotrzebowania na energię (z uwzględnieniem sprawności całkowitej)	Optymalna kwota kredytu	Premia termomodernizacyjna		
						20% kredytu	16% kosztów całkowitych	Dwukrotność rocznej oszczędności kosztów energii
1.	2.	[zł]	[zł]	[%]	[zł, %] [zł, %]	[zł]	[zł]	[zł]
1	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • strop poddasza • ściana wewnętrzna • dach • ściany zewnętrzne • drzwi zewnętrzne • instalacja cwu • okna zewnętrzne • strop piwnicy 	113 386,25	4 129,18	75,5%	0,00 0%	22 677,25	18 141,80	8 258,36
					113 386,25 100%			
2	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • strop poddasza • ściana wewnętrzna • dach • ściany zewnętrzne • drzwi zewnętrzne • instalacja cwu • okna zewnętrzne 	106 386,25	4 080,09	74,8%	0,00 0%	21 277,25	17 021,80	8 160,18
					106 386,25 100%			
3	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • strop poddasza • ściana wewnętrzna • dach • ściany zewnętrzne • drzwi zewnętrzne • instalacja cwu 	98 898,25	3 973,47	73,3%	0,00 0%	19 779,65	15 823,72	7 946,93
					98 898,25 100%			
4	<ul style="list-style-type: none"> • instalacja co • strop poddasza • ściana wewnętrzna • dach • ściany zewnętrzne • drzwi zewnętrzne 	91 768,25	3 869,56	72,9%	0,00 0%	18 353,65	14 682,92	7 739,11
					91 768,25 100%			

8. Opis techniczny optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego przewidzianego do realizacji

8.1. Opis robót

W ramach wskazanego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego należy wykonać następujące prace:

- 1 Budowa mieszkaniowych instalacji ogrzewania, w tym montaż przewodów wraz z armaturą, grzejników wraz z zaworami termostatycznymi P-1K. Montaż kotłów gazowych kondensacyjnych dwufunkcyjnych w mieszkaniach do zasilania instalacji co i cwu. Wykonanie niezbędnych przeróbek w instalacji wodno-kanalizacyjnej.
- 2 Ocieplenie stropu poddasza wełną mineralną o grubości 16 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 3 Ocieplenie ściany wewnętrznej oddzielającej część ogrzewaną od nieogrzewanej na bazie styropianu o grubości 10 cm ($\lambda \leq 0,036$).
- 4 Ocieplenie dachu wełną mineralną o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,032$).
- 5 Ocieplenie ścian zewnętrznych w systemie ETICS na bazie styropianu o grubości 15 cm ($\lambda \leq 0,036$).
- 6 Wymiana starych drzwi zewnętrznych na nowe o $U=1,5$ i starych okien zewnętrznych na nowe o $U=1,1$
- 7 Ocieplenie stropu nad piwnicą wełną mineralną o grubości 5 cm ($\lambda \leq 0,037$).

8.2. Charakterystyka finansowa

Kalkulowany koszt robót wyniesie:	113 386,25 zł
Kredyt bankowy:	113 386,25 zł
premia termomodernizacyjna wyniesie:	8 258,36 zł
Czas zwrotu nakładów SPBT	27,5 lat

8.3. Koszt ogrzewania 1 m² powierzchni użytkowej

a) dla stanu istniejącego

$$O_{0co} = 8\,271,37 \text{ zł}$$

$$K_{0co} = O_{0co} / (P \cdot 12) = 4,83 \text{ zł}$$

b) dla stanu po modernizacji

$$O_{1co} = 4\,142,19 \text{ zł}$$

$$K_{1co} = O_{1co} / (P \cdot 12) = 2,42 \text{ zł}$$

8.4. Dalsze działania

Dalsze działania inwestora obejmują:

1. Złożenie wniosku kredytowego i podpisanie umowy kredytowej.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą projektu i robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia (po pierwszym sezonie grzewczym).

ZAŁĄCZNIKI DO AUDYTU

- Załącznik 1 Obliczenie współczynników przenikania przegród.
- Załącznik 2 Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego.
- Załącznik 3 Określenie sprawności poszczególnych systemów grzewczych oraz procentowy udział źródeł ciepła.
- Załącznik 4 Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania c.w.u.
- Załącznik 5 Wyniki obliczeń sezonowego zapotrzebowania na ciepło i moc na ogrzewanie.

Załącznik 1

Obliczenie współczynników przenikania ciepła dla przegród (U)

Nr	typ	Opis warstw	Grubość m	λ W/m ² ·K	R m ² ·K/W	U, ΔU, U _k W/m ² ·K
1a	ściany zewewnętrzne	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	U = 1,45
		cegła pełna	0,380	0,770	0,49	
		tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,17	
					0,69	
1b	ściana wewnętrzna (pom. Ogrzewane/ nieogrzewane)	tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	U = 1,29
		cegła pełna	0,380	0,770	0,49	
		tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,26	
					0,78	
2a	strop nad piwnicą	wylewka	0,050	1,050	0,05	U = 0,38
		plyta pilśniowa	0,050	0,050	1,00	
		strop drewniany	0,200	0,160	1,25	
		tynk cem-wap	0,010	0,820	0,01	
		$R_{si}+R_{se}$			0,34	
2b	podłoga w piwnicy	chudy beton	0,200	1,050	0,19	U = 0,39
		papa	0,010	0,180	0,06	
		gruzobeton	0,200	1,000	0,20	
		żwir / grunt	0,150	0,900	0,17	
		R_g opór równoważny			1,96	
3a	dach	dachówka	0,010	1,000	0,01	U = 1,17
		deskowanie	0,040	0,160	0,25	
		warstwa powietrza	0,020	-	0,16	
		deskowanie	0,040	0,160	0,25	
		podsufitka	0,010	0,230	0,04	
3b	strop poddasza	$R_{si}+R_{se}$			0,14	U = 1,53
					0,85	
		deskowanie	0,040	0,160	0,25	
		pustka	0,020	-	0,16	
		podsufitka	0,010	0,230	0,04	
		$R_{si}+R_{se}$			0,20	U = 1,53
					0,65	

Załącznik nr 2

Obliczenie strumienia powietrza wentylacyjnego

Lp.	Pomieszczenia	Liczba pomieszczeń, lub kubatura m ³	Norma, m ³ /h lub krotność wymian h ⁻¹	Strumień powietrza wentylacyjnego, m ³ /h
1	2	3	4	5
1	Część mieszkalna	356,50	0,50	178,25
Razem budynek				178,25
2	Poddasze	40,70	0,50	20,35
3	Piwnice	106,20	0,30	31,86
Ogółem			Ψ =	230,46

Załącznik 3

Określenie poszczególnych sprawności systemów grzewczych i procentowego udziału źródeł ciepła w stanie istniejącym

		ogrzewanie węglowe - średnio	ogrzewanie gazowe	ogrzewanie elektryczne
1.	Sprawność wytwarzania η_g	0,732	0,86	0,99
2.	Sprawność przesyłania η_d	1,00	1,00	1,00
3.	Sprawność regulacji η_e	0,749	0,76	0,70
4.	Sprawność akumulacji η_s	1,00	1,00	1,00
	Sprawność instalacji $\eta = \eta_w * \eta_p * \eta_r * \eta_e$	0,55	0,65	0,69
5.	Przerwa na ogrzewanie w okresie tygodnia w_t	1,00	1,00	1,00
6.	Przerwa na ogrzewanie w ciągu doby w_d	1,00	1,00	1,00
7.	procentowy udział źródeł ciepła	67%	33%	0%
8.	zapotrzebowanie ciepła Q_H GJ/a	53,97	26,98	0,00
9.	zapotrzebowanie ciepła $Q_H \cdot w_d \cdot w_t / \eta$ GJ/a	98,43	41,28	0,00
	SUMA =	139,72		

Załącznik nr 4

$$Q_{w,nd} = V_{wi} * A_f * c_w * \rho_w * (\theta_{cw} - \theta_o) * k_R * t_{UZ} / (1000 * 3600)$$

Kwh/rok

Obliczenie zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej w stanie istniejącym			
1	Jednostkowe dobowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę na jednostkę powierzchni	$V_{wi} = 1,6$	$\text{dm}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{doba}$
2	Powierzchnia użytkowa	$A_f = 143$	m^2
3	czas użytkowania	$t_{UZ} = 365,00$	doby
4	mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C	$k_R = 0,90$	-
5	ciepło właściwe wody	$c_w = 4,19$	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
6	gęstość wody	$\rho_w = 1\,000,00$	kg/m^3
7	temperatura ciepłej wody w zaworze czerpalnym	$\theta_{cw} = 55$	°C
8	temperatura wody zimnej	$\theta_o = 10,00$	°C
9	Zapotrzebowanie na ciepło użytkowe	$Q_{w,nd} = 3\,925,54$ $Q_{w,nd} = 14,13$	kWh/rok GJ
10	Sprawność instalacji c.w.u.	$\eta_{w,tot} = \eta_g * \eta_d * \eta_s * \eta_e = 0,82$	-
11	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową	$Q_{K,W} = Q_{w,nd} / \eta_{w,tot} = 4\,810,71$ $17,32$	kWh/rok GJ
12	Średnie dobowe zapotrzebowanie cwu w budynku	$V_{dsred} = L_i * V_{cw} = 0,22816$	m^3/d
13	Średnie godzinowe zapotrzebowanie cwu	$V_{hsred} = V_{dsred} / 18 = 0,01$	m^3/h
14	Zapotrzebowanie na ciepło na ogrzanie 1 m ³ wody	$Q_{cwj} = c_w * \rho * (\theta_{cw} - \theta_o) / (\eta_g * \eta_d) = 0,28$	GJ/m^3
15	Max. moc cieplna	$q_{cw} = V_{hsred} * Q_{cwj} * k_t * N_h * 278 = 4,20$	kW
16	Roczne zużycie cwu	$V_{cw} = V_{dsred} * 328,5 = 83,3$	m^3
17	Koszt przygotowanie cwu	$2\,597,78$	zł
18	Koszt wody zimnej przy cenie 8,0 zł	$V_{cw} * 8,0 = 666,00$	zł
19	Sumaryczny koszt roczny cwu	$3\,263,78$	zł
20	Średni koszt 1 m ³ cwu	$39,19$	$\text{zł}/\text{m}^3$

Sprawność wytwarzania
 Sprawność przesyłu (dystrybucji)
 Sprawność akumulacji
 Sprawność wykorzystania
 Udział źródła
 współczynnik nierównomierności

	podgrzewacze gazowe	podgrzewacze elektryczne	średnia
$\eta_g =$	0,85	0,96	0,96
$\eta_d =$	0,80	1,00	1,00
$\eta_s =$	1,00	0,85	0,85
$\eta_e =$	1,00	1,00	1,00
$N_h =$	0,00	1,00	1,00
	6,02		

Załącznik nr 5

**Wyniki zapotrzebowania ciepła i mocy na ogrzewanie wykonane przy pomocy programu
Aquatherm - Polska OZC - cały budynek**

Wariant	Zapotrzebowanie	
	mocy cieplnej, kW	ciepła Q_H , GJ/a
1	4,55	18,61
2	4,63	19,54
3	4,89	21,56
4	4,89	21,56
5	4,91	21,75
6	6,60	35,05
7	10,26	66,13
8	10,50	68,25
stan istniejący	11,88	80,95

Moc cieplna obliczona wg. Normy PN - EN 12831:2006

Zapotrzebowanie na ciepło obliczona wg. Normy PN-EN ISO 13790:2009